

5. Коваленко, И. Г. Методы расчета высоконадежных систем [Текст] / И. Г. Коваленко, Н. Ю. Кузнецов. – М. : Радио и связь, 1988. – 176 с.

6. Котенко, А. Н. Математические модели массового обслуживания вагонов на грузовых [Текст] / А. Н. Котенко // Концепція підвищення ефективності вантажних перевезень на залізничному транспорті. Міжвуз. зб. наук. праць. – 1998. – № 33. – С. 33–35.

References

1. Ventsel, E. (1988). Operations research. Moscow, USSR: Transport, 116.

2. Kantor, M., Burrows J. (2008). Electronic Data Interchange (EDI). National Institute of Standards and Technology, 8, 32–38.

3. Lomotko, D., Obukhova, A., Kovalova, O. (2011). Improving the technology of border stations in terms of a common information space, Collection of scientific works UkrDAZT, 127, 5–10.

4. Kaltahchan, A. (1978). The mathematical formulation of the problem of choosing the optimal parameters of the design and operation of cargo facilities. Proceedings MIIT, 1, 16–20.

5. Kovalenko, I., Kuznecov, N. (1988). Methods of calculation of highly reliable systems. Moscow, USSR: Radio and Communications, 176.

6. Kotenko, A. (1998). Mathematical models of queuing cars on freight. Collection of scientific papers between universities, 33, 33–35.

Дата надходження рукопису 20.11.2014

Ломотько Денис Викторович, доктор технических наук, профессор, кафедра транспортные системы и логистика, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, пл. Феербаха, 7, г. Харьков, Украина, 61050

E-mail: den@kart.edu.ua

Обухова Анна Леонидовна, кандидат технических наук, доцент, кафедра управления грузовой и коммерческой работой, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, пл. Фейербаха, 7, г. Харьков, 61050

E-mail: anya.obukhova@gmail.com

УДК 502.5+614.7:049.3

DOI: 10.15587/2313-8416.2014.32102

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ПРИКЛАДІ ЗМІЙВСЬКОЇ ТЕС

© О. В. Рибалова, С. В. Бєлан

В статті представлено новий підхід до комплексної оцінки ризику для здоров'я населення. За представленою методикою вперше дана комплексна оцінка впливу Зміївської ТЕС на стан довкілля. Визначено ймовірність збільшення захворюваності населення від впливу теплової електростанції на навколишнє природне середовище

Ключові слова: комплексна оцінка; атмосферне повітря; поверхневі води; ґрунт; ризик; здоров'я населення

A new approach to integrated risk assessment for public health is presented in the article. According to the presented method for the first time in the article was assessed the impact of Zmiivska TPP on the environment. It is determined the probability of population morbidity increasing from the influence of thermal power plant on the environment

Keywords: comprehensive assessment; air; surface water; soil; risk; public health

1. Вступ

Відповідно до Конституції України, закону України “Про охорону навколишнього природного середовища” та Кодексу цивільного захисту України основними пріоритетами державної політики є забезпечення техногенної та природної безпеки, комфортних і безпечних умов життєдіяльності населення, збереження природного середовища. Але останніми роками спостерігається значне погіршення стану навколишнього природного середовища, особливо в промислових регіонах країни. Основними причинами погіршення екологічного стану багатьох регіонів є зношеність і застарілість технологічного обладнання промислових підприємств, житлово – комунального і сільського господарств, неефектив-

ність використання природних ресурсів, накопичення відходів, що зумовлює збільшення захворюваності населення.

За результатами аналізу стану здоров'я населення України фахівці відмічають сталу негативну тенденцію зростання захворюваності та поширеності хвороб, зменшення абсолютної кількості населення за рахунок збільшення смертності, прогнозується подальше зростання негативних змін цих показників, що стає загрозливим для національної безпеки [1].

Таким чином, визначення рівня екологічної небезпеки промислових підприємств на основі комплексної оцінки ризику для здоров'я населення є дуже актуальною задачею при вирішенні проблеми

зменшення антропогенного тиску на навколишнє природне середовище.

2. Постановка проблеми

Впровадження заходів щодо зменшення ризиків виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру є важливим завданням забезпечення національної безпеки держави і потребує наукового підходу до всебічного аналізу причин їх виникнення та розробки методологічного інструментарію щодо комплексної оцінки наслідків впливу промислових підприємств підвищеної небезпеки на навколишнє природне середовище і здоров'я населення.

Розроблення та впровадження системи управління безпекою на основі ризик-орієнтованого підходу є одним з пріоритетних завдань діяльності Єдиної державної системи цивільного захисту на 2014–2015 роки [2]. В статті представлено удосконалену методику комплексної оцінки ризику для здоров'я населення функціонування промислового підприємства з урахуванням адаптації до сучасної системи державного моніторингу України, що є важливим кроком вирішення завдання створення методичної основи системи управління безпекою.

3. Літературний огляд

З метою попередження виникнення надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру в більшості розвинутих країн світу застосовують методи оцінки ризику для здоров'я населення для прийняття управлінських рішень в галузі охорони навколишнього природного середовища, безпеки природокористування і створення комфортних умов життєдіяльності населення.

В Україні, на жаль, не зважаючи на прийняття в 1995 році Закону України «Про екологічну експертизу» [3], де в статті 35 сказано про необхідність визначення екологічного ризику при проведенні екологічної експертизи, не тільки не існує системного підходу до методології ризик-орієнтованого підходу до оцінки рівня небезпеки антропогенного впливу на навколишнє природне середовище, навіть сьогодні серед фахівців йде дискусія про визначення поняття «екологічний ризик». Необхідно чітко розуміти, що оцінка ризику для здоров'я населення є складовою екологічного ризику, а іншою складовою є ризик порушення стійкості екосистем. Вже пройшло майже двадцять років з прийняття Закону України «Про екологічну експертизу», але в Україні існує лише одна офіційно затверджена методика оцінки ризику для здоров'я населення при забрудненні атмосферного повітря [4], яка заснована на американському підході до оцінювання ризику для здоров'я населення [5].

Американська методика оцінювання ризику для здоров'я населення потребує адаптації для застосування її при сучасній системі державного моніторингу навколишнього природного середовища [6].

В 2010 році вступили в дію зміни до ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проекту-

ванні і будівництві підприємств, будинків і споруд» і призначені до п. 2.45 цього ДБН «Оцінка ризику планованої діяльності щодо природного, соціального і техногенного середовища» та надання відповідних додатків, щодо математичного визначення ризиків впливу проекрованої діяльності на навколишнє середовище [7]. Метою цього документу є внесення зміни та доповнень до ДБН А.2.2-1-2003 в напрямку формування методології визначення ризиків впливу планованої діяльності на навколишнє середовище у системі ОВНС, включаючи оцінку ризику впливу на природне середовище, на здоров'я населення та оцінку соціального ризику планованої діяльності.

З цього документу залишається незрозумілим, чому оцінку ризику впливу об'єкта чи планової діяльності на водне середовище пропонується проводити на основі визначення індексу забруднення вод (ІЗВ), який вичислюється як сума кратності перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК), що не має нічого спільного як з ризиком порушення стійкості водних екосистем, так і з ризиком для здоров'я населення.

Аналогічно пропонується визначати ризик впливу об'єкта чи планової діяльності на ґрунти на основі оцінки сумарного показника забруднення ґрунту (Зс), який також розраховується як сума кратності перевищення ГДК, що не має ніякого відношення до поняття «ризик для здоров'я населення».

Оцінку ризику впливу об'єкта чи планової діяльності на атмосферне повітря пропонується проводити на основі визначення показника забруднення атмосфери, в той час як діють методичні рекомендації «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря», що затверджені наказом МОЗ України від 13.04.07 № 184 [4].

З наведених вище прикладів стає зрозумілим, що розробка методики комплексної оцінки впливу підприємства на стан навколишнього природного середовища і здоров'я населення є надзвичайно актуально, особливо в умовах адаптації українського природоохоронного законодавства до законодавства країни ЄС, де застосовують методики оцінки екологічного ризику останні тридцять років.

4. Методика комплексної оцінки ризику для здоров'я населення

Удосконалення методики комплексної оцінки сумарного ризику для здоров'я населення має за мету визначення небезпеки діяльності підприємств та рівня комфортності умов життєдіяльності населення при існуючому рівні забруднення навколишнього природного середовища.

Методика комплексної оцінки ризику для здоров'я населення застосована для визначення впливу Зміївської теплової електростанції на стан навколишнього природного середовища, але важливо підкреслити, що представлений в статті методичний підхід може бути використаний як для визначення рівня небезпеки функціонування підприємств промисловості, житлово-комунального та сільського

господарств з урахуванням їх особливостей та всебічним аналізом причин і наслідків виникнення небезпеки, так і для визначення рівня небезпеки забруднення компонентів навколишнього природного середовища для здоров'я населення.

Під оцінкою ризику розуміється процес аналізу гігієнічних, токсикологічних і епідеміологічних даних для визначення кількісної імовірності несприятливого впливу на здоров'я населення шкідливих факторів навколишнього середовища [8].

Відповідно до міжнародної практики розраховується окремо канцерогенний ризик для здоров'я населення та індекс небезпеки [5, 9].

Значення канцерогенного ризику показує ймовірність збільшення випадків онкологічних захворювань і вважається допустимим на рівні 10^{-5} – 10^{-6} .

Індекс небезпеки представляє собою ймовірність збільшення всіх типів хвороб, крім онкологічних, та визначається на основі розрахунку коефіцієнта небезпеки по формулі [9]:

$$HQ = AD/RfD \text{ або } HQ = AC/RfC, \quad (1)$$

де HQ – коефіцієнт небезпеки, безвимірний величина; AD – середня доза, мг/кг; AC – середня концентрація, мг/м³; RfD – референтна (безпечна) доза, мг/кг; RfC – референтна (безпечна) концентрація, мг/м³.

Американська система моніторингу навколишнього природного середовища дуже відрізняється від української, і для більшості забруднюючих речовин відсутні як референтні дози так і референтні концентрації. З метою адаптації американської методики оцінки неканцерогенного ризику для здоров'я населення в роботі [6] запропоновано в тих випадках, коли відсутня інформація щодо референтної (безпечної) дози або референтної концентрації застосовувати наступну формулу:

$$HQ = \frac{C_i}{C_{\text{доп}}}, \quad (2)$$

де C_i – середня концентрація i -ї забруднюючої речовини, мг/м³; $C_{\text{доп}}$ – гранично-допустима концентрація i -ї забруднюючої речовини, мг/м³.

Необхідно відзначити, що найбільше американська система моніторингу поверхневих вод відрізняється від української, і для більшості забруднюючих речовин (БСК5, ХСК, мінералізація, хлориди, сульфати тощо) відсутні референтні дози та референтні концентрації. З метою адаптації американської методики оцінки неканцерогенного ризику для здоров'я населення пропонуємо використовувати дані, що представлені в табл. 1.

Таблиця 1
Референтні концентрації (RfC) при хронічному пероральному потраплянні забруднюючих речовин в організм людини з поверхневих вод

Назва речовини	Референтні концентрації RfC, мг/л	Негативний вплив на органи та системи людини
Сухий залишок	1000	ендокринна система
БСК ₅	4,48	ендокринна система, органи травлення
ХСК	30	ендокринна система, органи травлення
Хлориди	350	центральна нервова система (ЦНС), печінка, шлунок
Сульфати	500	кров, ендокринна система, кісна система
Магній	11	ендокринна система, органи травлення
Кальцій	41,4	нирки, порушення біохімічних показників
Азот амонійний	2	анемія, різні види дерматитів
Азот нітритний	1	кров
Азот нітратний	10,2	кров, серцево-судинна система
Фосфати	3,5	кісна система
Залізо загальне	0,3	слизова оболонка шкіри, імунітет
Мідь	0,19	шлунково-кишковий тракт, печінка
Марганець	0,14	центральна нервова система (ЦНС), кров
Цинк	0,3	кров, ендокринна система.
Хром загальний	0,005	печінка, нірки, шлунково-кишковий тракт слизова оболонка шкіри
Нафтопродукти	0,3	нирки
СПАР	0,5	органи дихання, шкіра

Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів при комбінованому й комплексному впливі хімічних сполук проводиться на основі розрахунку індексу небезпеки (HI).

Індекс небезпеки для умов одночасного надходження декількох речовин тим самим шляхом (наприклад, інгаляційним або пероральним) розраховується по формулі [9]:

$$H = \sum HQ_i, \quad (3)$$

де HQ_i – коефіцієнти небезпеки для окремих забруднюючих речовин.

У роботі [10] приводиться наступна градація границь розвитку неканцерогенних ефектів за величиною коефіцієнта небезпеки: надзвичайно високий (>10), високий (5–10), середній (1–5), низький (0,1–1,0), мінімальний (менш 0,1).

При комплексній оцінці ризику для здоров'я населення в методичних рекомендаціях [9] пропонується визначення загальної потенційної дози на основі розрахунку "сумарної експозиції", яка враховує всі впливи конкретного забруднювача на людину незалежно від середовища або шляхів надходження. На основі розрахунків середніх щоденних доз забруднюючих речовин складається зведена таблиця для аналізу багато маршрутною, багато середовою експозиції, що відбиває надходження хімічних речовин з аналізованих середовищ, а також сумарні дози для окремих середовищ, шляхів надходження й загальну величину сумарної дози. Але, на жаль, для багатьох речовин, що забруднюють атмосферне повітря, поверхневі води і ґрунти в методичних рекомендаціях [9] відсутні як референтні концентрації, так і референтні дози.

Тому вважаємо, що комплексну оцінку ризику для здоров'я населення необхідно обчислювати не через розрахунок сумарних щоденних доз, але окремо визначати сумарний канцерогенний ризик і сумарний індекс небезпеки потрапляння забруднюючих речовин в організм людини всіма можливими шляхами з різних об'єктів навколишнього середовища.

Канцерогенний ризик при сучасному стані забруднення навколишнього природного середовища потрібно розраховувати за формулою:

$$CR_u = CR_a + CR_s + CR_r + CR_w + CR_f, \quad (4)$$

де CR_u – сумарний ризик отримати онкологічне захворювання від наявності канцерогенних забруднюючих речовин в навколишньому природному середовищі, безвимірною величина; CR_a – ризик отримати онкологічне захворювання від наявності канцерогенних забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, безвимірною величина; CR_s – ризик отримати онкологічне захворювання від наявності канцерогенних забруднюючих речовин в ґрунті, безвимірною величина; CR_r – ризик отримати онкологічне захворювання від наявності канцерогенних забруднюючих речовин в поверхневих водах, безвимірною величина; CR_w – ризик отримати онкологічне захворювання від наявності канцерогенних забруднюючих речовин в питній воді, безвимірною величина; CR_f – ризик отримати онкологічне захворювання від наявності канцерогенних забруднюючих речовин в продуктах харчування, безвимірною величина.

Індекс небезпеки захворюваності населення при сучасному стані забруднення навколишнього природного середовища потрібно розраховувати за формулою:

$$HI_u = HI_a + HI_s + HI_r + HI_w + HI_f, \quad (5)$$

де HI_u – сумарний індекс небезпеки захворюваності населення при існуючому рівні забруднення навколишнього природного середовища, безвимірною величина; HI_a – індекс небезпеки захворюваності населення при існуючому рівні забруднення атмосферного повітря, безвимірною величина; HI_s – індекс небезпеки захворюваності населення при

існуючому рівні забруднення ґрунту, безвимірною величина; HI_r – індекс небезпеки захворюваності населення при існуючому рівні забруднення поверхневих вод, безвимірною величина; HI_w – індекс небезпеки захворюваності населення при існуючому рівні забруднення питної води, безвимірною величина; HI_f – індекс небезпеки захворюваності населення при існуючому рівні забруднення продуктів харчування, безвимірною величина

Для визначення впливу промислового підприємства на стан здоров'я населення формули (4) і (5) необхідно перетворити в наступні:

$$CR_u = CR_a + CR_s + CR_r, \quad (6)$$

$$HI_u = HI_a + HI_s + HI_r \quad (7)$$

Представлена вище методика оцінки сумарного ризику для здоров'я населення може застосовуватися як для визначення впливу забруднених компонентів навколишнього природного середовища, так і впливу окремих підприємств в системі ОВНС відносно населення в цілому і різних експозиційних груп, що проживають на забруднених територіях чи працюючих на шкідливих виробництвах з метою визначення першочерговості впровадження природоохоронних заходів.

5. Апробація результатів дослідження

Представлена вище методика комплексної оцінки ризику для здоров'я населення була застосована для визначення рівня небезпеки Зміївської ТЕС, яка є одним з найбільш великих підприємств підвищеної небезпеки та одним з найбільших забруднювачів атмосферного повітря Харківської області.

Необхідно відзначити, що на теперішній час майже 90 % енергоблоків ТЕС України відпрацювали свій розрахунковий ресурс (100 тис. годин), а понад 60 % енергоблоків потребують глибокої модернізації або повної заміни [2].

Зміївська ТЕС є типовим представником теплоенергетики України. Всі її блоки проробили більше 40 років, фізично й морально застаріли й практично вичерпали свій експлуатаційний ресурс. Тому визначення впливу Зміївської теплової електростанції на стан навколишнього природного середовища і здоров'я населення є дуже актуальною задачею.

Теплова електростанція розташована в Зміївському районі Харківської області на відстані 1000 м від південної окраїни смт. Комсомольський, в 7 км від русла ріки Сіверський Донець.

Зміївська ТЕС ПАТ «Центренерго» спеціалізується на виробництві теплової та електричної енергії на базі органічного палива і входить до переліку екологічно небезпечних об'єктів загальнодержавного значення [11]. Зміївська ТЕС складається з 10 енергоблоків. У промислову зону електростанції входять такі основні об'єкти як промисловий майданчик, золовідвал і водойма-охолоджувач.

Загальна кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря складає 151092,289 т/рік, причому частка оснащення джерел викидів газо-

очисними установками (ГОУ) складає 17,3 % з ефективністю роботи газоочисних споруд – 86 % [11].

Оцінка ризику для здоров'я населення при сучасному рівні забруднення атмосферного повітря викидами Зміївської ТЕС показала надзвичайно високу небезпеку підвищення захворюваності населення, що мешкає в районі розташування

Зміївської ТЕС від забруднення атмосферного повітря ($HI_a^i=39,62$). Визначення ризику для здоров'я населення дозволяє рангувати ризики за окремими забруднюючими речовинами, компонентами навколишнього природного середовища, пунктами спостереження, видами захворювань з метою прийняття управлінських рішень (рис. 1).

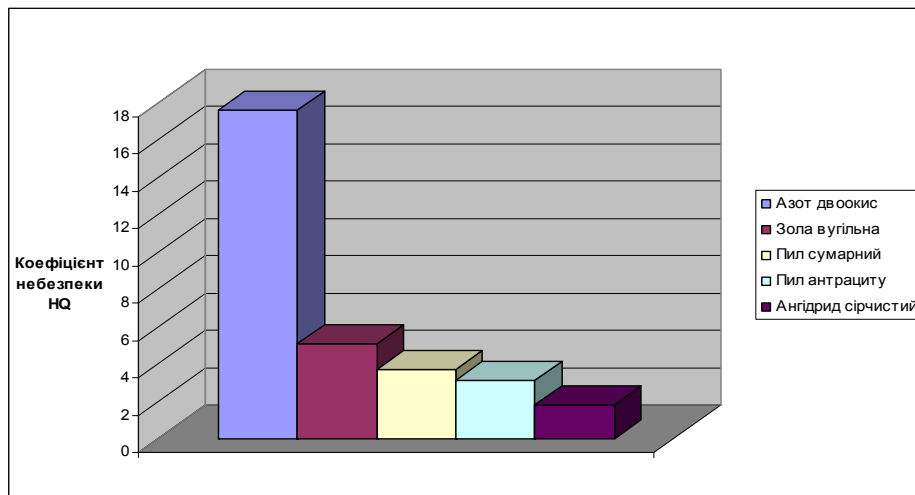


Рис. 1. Рангування речовин, забруднюючих атмосферне повітря викидами Зміївської ТЕС за коефіцієнтом небезпеки HQ

Вплив Зміївської ТЕС на ґрунти здійснюється через викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, а також через ґрунтові води в місцях їх вклинювання в поверхневі шари ґрунтової товщі.

Результати оцінки ступеня забруднення ґрунтів, які використовуються для вирощування сільськогосподарської продукції і залягають поблизу потенційних джерел забруднення – золовідвалу та промислового майданчику ТЕС показали, що вони відносяться до категорії помірного і небезпечного забруднення.

Оцінка ризику для здоров'я населення в залежності від якості ґрунту в зоні розташування золовідвалу Зміївської ТЕС показала, що величина канцерогенного ризику відповідає мінімальному рівню.

Індекс небезпеки для неканцерогенних забруднюючих речовин розраховано окремо для дорослих і дітей при пероральному надходженні речовин із ґрунту, при інгаляційному впливі хімічних речовин, що попадають у повітря із ґрунту та при наскірній експозиції ґрунту. Розрахунки показали, найбільший індекс небезпеки отримати захворювання існує при інгаляційному впливі хімічних речовин, що потрапляють в повітря із ґрунту ($HI_s^i=54,78$).

Зміївська ТЕС впливає на стан поверхневих вод за рахунок надходження в озеро Чайки очищених господарсько-побутових вод смт. Комсомольський і Зміївської ТЕС, які після очисних споруд скидаються у обвідний канал золовідвалу, а також поверхневого стоку з промислового майданчика електростанції, фільтраційних і переливних вод золовідвалу. Всі категорії стічних вод поступають в р. Сіверський Донець.

Оцінка індексу небезпеки при рекреаційному водокористуванні Лиманських озер показала надзвичайно високу небезпеку для озера Світличного ($HI_r^o=29,27$), високу небезпеку для озера Камишувате ($HI_r^o=7,57$) і середню небезпеку для озера Лачево ($HI_r^o=7,57$).

Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення при рекреаційному використанні р. Сіверський Донець в Зміївському районі показала, що він є прийнятним ($CR_r^o \text{ сум}=2,8E-05$).

За класифікацією рівнів небезпеки значення індексу небезпеки при рекреаційному водокористуванні річки р. Сіверський Донець відповідає надзвичайно високому рівню ($HI_r^o=23,14$).

Значення сумарного канцерогенного ризику при пероральному надходженні речовини із ґрунтів в зоні розташування Зміївської ТЕС та при рекреаційному водокористуванні р. Сіверський Донець в м. Зміїв відповідає низькому рівню ($CR^o \text{ сум}=2,91E-05$).

Індекс небезпеки при інгаляційному шляху надходження забруднюючих речовин від Зміївської ТЕС складає:

$$HI^i=HI_a^i+HI_s^i=39,62+54,78=94,4,$$

де HI_a^i – індекс небезпеки при інгаляційному шляху надходження забруднюючих речовин з атмосферного повітря, безвимірний величина; HI_s^i – індекс небезпеки при інгаляційному шляху надходження забруднюючих речовин при існуючому рівні забруднення ґрунту, безвимірний величина.

Індекс небезпеки при пероральному шляху надходження забруднюючих речовин від Зміївської ТЕС складає:

$$HI^o=HI_s^o+HI_r^o=23,14,$$

де HI_s^o – індекс небезпеки при пероральному шляху надходження забруднюючих речовин при існуючому рівні забруднення ґрунту, безвимірний величина; HI_r^o – індекс небезпеки при пероральному шляху надходження забруднюючих речовин при існуючому рівні забруднення поверхневих вод, безвимірний величина.

Розрахунок середньодобової дози при наскірній експозиції ґрунтів для дорослих та дітей показав, що небезпека є мінімальною, тому при визначенні сумарного індексу небезпеки враховувались тільки інгаляційні та пероральні шляхи надходження забруднюючих речовин при сучасному рівні забруднення атмосферного повітря, поверхневих вод і ґрунтів в районі розташування Зміївської ТЕС.

Сумарний індекс небезпеки захворюваності населення при існуючому рівні забруднення навколишнього природного середовища викидами та скидами Зміївської ТЕС складає:

$$HI_{\Sigma} = HI^i + HI^o = 117,54.$$

За класифікацією рівнів небезпеки значення сумарного індексу небезпеки при інгаляційному та пероральному шляхам надходження забруднюючих речовин від Зміївської ТЕС відповідає надзвичайно високому рівню.

Аналіз даних табл. 2 показує, для мешканців Зміївського району Харківської області існує найбільший ризик підвищення захворюваності органів дихання, імунної та центральної нервової систем.

Таблиця 2

Ризик для здоров'я населення Зміївського району при впливі Зміївської ТЕС на стан атмосферного повітря, ґрунтів і поверхневих вод

Індекс небезпеки	Значення індексу небезпеки
HI органи дихання	67,7
HI імунна система	28,1
HI ЦНС	26,8
HI репродукція	22,0
HI кісткова система	9,7
HI кров'яна систем	6,6
HI ендокринна система	5,4
HI кишкова шлункова система	4,1

6. Висновки

Аналіз державних нормативних документів в галузі екологічної безпеки впливу промислових підприємств на навколишнє природне середовище і здоров'я населення показав їх недосконалість та потребу адаптації до вимог Європейського екологічного законодавства.

В статті представлена удосконалена методика комплексного оцінювання ризику для здоров'я населення при впливі діяльності промислових підприємств на стан навколишнього природного середовища, яка може бути застосована в сфері управління природоохоронною діяльністю і цивільного захисту.

Вперше дана комплексна оцінка ризику для здоров'я населення від впливу Зміївської теплової електростанції на стан навколишнього природного середовища. Сумарний індекс небезпеки захворюваності населення при існуючому рівні забруднення навколишнього природного середовища викидами та скидами Зміївської ТЕС складає $HI_{\Sigma} = 117,54$, що відповідає надзвичайно високому рівню.

Результати комплексної оцінки ризику для здоров'я населення є основою для розробки заходів щодо зменшення негативного впливу Зміївської теплової електростанції на довкілля, що сприятиме впровадженню екологічно безпечного природо-користування на підприємстві і створення комфортних умов життєдіяльності населення.

Література

1. Медико-демографічна ситуація та організація медичної допомоги населенню у 2010 році: підсумки діяльності системи охорони здоров'я та реалізація Програми економічних реформ на 2010-2014 роки "Заможне суспільство, конкурентоспроможна економіка, ефективна держава" [Текст] / К.: МОЗ України, 2011. – 104 с.
2. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2013 році [Електронний ресурс] / Державна служба України з надзвичайних ситуацій. – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2013.html – 25.11.2014. – Загол. з екрану.
3. Закон України «Про екологічну експертизу» [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/45/95-%D0%B2%D1%80> – 25.11.2014 р. – Загол. з екрану
4. Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря [Текст] / Затв. Наказом МОЗ України від 13.04.07 № 184. Київ, 2007. – 40 с
5. Integrated Risk Information System (IRIS) [Electronic resource] / U. S. Environmental Protection Agency (EPA). – Available at : <http://www.epa.gov/iris/> – 25.11.2014. – Загол. з екрану.
6. Рибалова, О. В. Оцінка ризику виникнення надзвичайних ситуацій екологічного характеру в Луганській області [Текст] : зб. наук. пр. / О. В. Рибалова, С. В. Белан, А. А. Савічев // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2013. – Вип. 17. – С. 152–163.
7. Зміни та доповнення до п. 2.45 ДБН А.2.2-1-2003 [Текст] / Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. – К., 2010. – 13 с.
8. Киселев, А. Ф. Оценка риска здоровью [Текст] / А. Ф. Киселев, К. Б. Фридман. – СПб.: Питер, 1997. – 100 с.
9. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Текст] / М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
10. Dennis, J. Paustenbach Human and ecological risk assessment. Theory and practice [Text] / J. Dennis. – New York, 2002. – 635 p.
11. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області за 2011 рік [Текст] / Харківська обласна державна адміністрація. Департамент екології та природних ресурсів. – Харків, 2013. – 245 с.

References

1. Medyko-demografichna sy'tuaciya ta organizaciya medychnoyi dopomogy naseleennyu u 2010 roci: pidsumky diyalnosti systemy oхorony zdorovya ta realizaciya Programy

ekonomichnykh reform na 2010-2014 roky "Zamozhne suspilstvo, konkurentospromozhna ekonomika, efektyvna derzhava" [Medical and demographic situation and organization of healthcare in 2010: results of activity of the health system and the implementation of the program of economic reforms for 2010-2014 "Prosperous Society, Competitive Economy, Effective State"] (2011). Ministry of Health of Ukraine, 104

2. National Report on the State of Techno and Natural Safety in Ukraine in 2013. State Emergency Service of Ukraine. Available at : http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2013.html

3. Pro ekologichnu ekspertyzu: Zakon Ukrayiny [On Ecological Expertise: Law of Ukraine] (1995). News of Verkhovnyi Rady of Ukraine, 8.

4. Ocinka ryzyku dlya zdorovya naselennya vid zabrudnennya atmosfernogo povitrya [Assessment of risk to public health from air pollution] (2007). Approved by order of the Ministry of Health of Ukraine from 13.04.07 № 184, 40

5. Integrated Risk Information System (IRIS). Available at: <http://www.epa.gov/iris/>

6. Rybalova, O. V., Byelan, S. V., Savichev, A. A (2013). Otsinka ryzyku vynykennia nadzvychainykh sytuatsii ekolohichnoho kharakteru v Luhanskii oblasti [Risk assessment

of emergencies of ecological character in the Luhansk region]. Problems of emergency situations, 17, 152–163.

7. Sklad i zmist materialiv otsinky vplyviv na navkolyshnie seredovyshe (OVNS) pry proektuvanni i budivnytstvi pidpriemstv, budynkiv i sporud [Structure and content of environment impact assessment in the design and construction of enterprises, buildings and structures] (2010)., 13

8. Kyselev, A. F., Frydman, K. B. (1997). Otsenka ryska zdoroviu [Evaluation of risk health]. St. Petersburg, Russia, 100.

9. Rukovodstvo po otsenke ryska dlia zdorovia naseleniya pry vozdeistvyi khymicheskikh veshchestv, zahriazniaiushchykh okruzhaiushchuiu sredu [Guidance on risk assessment for human health under the influence of chemicals that pollute the environment] (2004). Guidance 2.1.10.1920-04. Federal Centre for of Gossanepidnadzor of Ministry of Health of Russia, 143

10. Dennis, J. (2002). Paustenbach Human and ecological risk assessment. Theory and practice. New York, 635 .

11. Dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Kharkivskii oblasti v 2012 rotsi [Report on the state of the environment in the Kharkiv region in 2012] (2013). Kharkiv Regional State Administration. Department of Environment and Natural Resources, 245.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук, проф. Андроновим В. А.
Дата надходження рукопису 24.11.2014*

Рибалова Ольга Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра охорони праці і техногенно-екологічної безпеки, Національний університет цивільного захисту України, вул. Чернишевського, 94, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: olga.rybalova@mail.ru

Белан Сергій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри охорони праці і техногенно-екологічної безпеки, Національний університет цивільного захисту України, вул. Чернишевського, 94, м. Харків, Україна, 61002

УДК 621.9.048

DOI: 10.15587/2313-8416.2014.32108

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СЪЕМА МЕТАЛЛА ПРИ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ

© Т. А. Шумакова

В статье приведены результаты экспериментальных и теоретических исследований, позволившие получить экспоненциальные зависимости, применение которых возможно в инженерной практике при определении съема металла в единицу времени при обработке деталей в гранулах различных геометрических форм. Установлено, что наибольший съем металла наблюдается при обработке образцов в гранулах в форме пирамиды, в основании которой лежит невыпуклый шестиугольник

Ключевые слова: съем металла, экспоненциальная зависимость, аппроксимирование, вибрационная обработка, форма абразивных гранул

It is shown the results of experimental and theoretical researches, which allowed to obtain the exponential dependence, the use of which is possible in engineering practice when determining the metal removal rate per unit time at detail treatment in granules of different geometric shapes. It is established that the highest metal removal was observed at treatment of samples in the pyramidal granules on the base of a convex hexagon

Keywords: metal removal, exponential dependence, approximation, vibration treatment, shape of the abrasive granules

1. Введение

Одним из наиболее перспективных и распространенных методов отделочно-зачистной обработки является вибрационная обработка деталей

в среде свободных абразивов. Она позволяет осуществлять широкий диапазон операций, таких как: удаление с поверхностей и кромок деталей заусенцев, очистку их от окалины, уменьшение